1928?
Lane Medical Library

Aus dem zahnärztl. Institut der Universität Göttingen
Direktor: Prof. Dr. Rebel

„Über die Beziehungen des Rodangehaltes der Mundsekrete zur Caries und die Einflüsse der Speichelzusammensetzung auf die Pepsin-Verdauung bei leichten und schweren Fällen von Zahn-Caries."

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Würde eines
Doctor medicinae dentariae
der Hohen medizinischen Fakultät
der
Georg August-Universität zu Göttingen

Vorgelegt von
Zahnarzt Fritz Welke
aus Hannover.

Referent: Prof. Dr. R. Ehrenberg.
Correferent: Prof. Dr. Rebel.

Als äthiologische Momente für die Entstehung der Zahncaries sind nach Kantorowicz heute allgemein nur noch zwei Theorien haltbar, und zwar die chemische und die parasitäre Theorie. Nach der ersteren ist der cariöse Prozeß als solcher lediglich als ein chemischer zu betrachten, d. h. das Zahngewebe wird durch gewisse Säuren bzw. durch Gärungsprodukte chemisch affiziert und aufgelöst. Nach der letzteren Theorie soll die Auflösung der Zahnsubstanzen lediglich durch Bakterien veranlaßt werden. Es ist jedoch bekannt, daß diese Bakterien nicht selbst, sondern ihre Produkte, und zwar ihre Säuren resp. Fermente die Auflösung bedingen, während andererseits zersetzbare bzw. gärungsfähige Produkte in der Mundhöhle erst durch bakteriellen Einfluß zur Wirksamkeit gebracht werden; infolgedessen spricht man heute lediglich noch von einer chemisch-parasitären Wirkung.

Wir wissen, daß durch exogen bedingte chemische Ursächlichkeiten multiple und rapid verlaufende Caries entstehen kann. Beispiel: Gewerbliche Zahnerkrankungen bei Arbeitern, die mit Säuredämpfen in direkte Berührung kommen, ferner die sog. „Bäcker- und Conditorcaries", bei der die Affektion durch den Kohlenhydratstaub erfolgt.

Die zweite äthiologische Möglichkeit ist die, daß durch in der Mundhöhle erfolgende chemische Veränderung von Stoffen, die von außen in die Mundhöhle importiert werden, eine Caries veranlaßt wird. Beispiel: Zersetzung von retinierten Speiseresten, bes. Fäulnis von Eiweißkörpern bzw. Vergärung von Kohlenhydraten durch bakterielle Einflüsse.

Die dritte Möglichkeit möchte ich in Form einer Frage aussprechen:

Welche Einflüsse hat die chemische Zusammensetzung der gesamten Mundsekrete auf unser Zahnsystem, das diesen Tag und Nacht ausgesetzt ist? – Man hat eigentlich erst in den letzten fünf Jahren damit begonnen, eingehende und systematische Untersuchungen der Mundflüssigkeit selbst in ihren Beziehungen zur Caries anzustellen. Da der Speichel ein Produkt des Stoffwechsels darstellt, hängt er natürlich in seiner mannigfachen Zusammensetzung von vielen Faktoren ab, vom Alter des Patienten, von der Ernährung, vom jeweiligen Gesundheitszustand usw.; will man also oben erwähnte Untersuchungen anstellen, so ist allen diesen Beziehungen Rechnung zu tragen und vor allem für Einheitlichkeit der Versuchsreihen zu sorgen.

Der Übersicht wegen möchte ich einleitend zunächst in einem zusammenfassenden Rückblick der „Forschungsergebnisse der Zahncaries in ihrem Zusammenhang mit ihrem Speichel“ Erwähnung tun, soweit sie uns in der zahnärztlichen Literatur der letzten Jahre übermittelt werden. Neben den umfangreichen Untersuchungen Türkheims, die am Schluß dieser Zusammenfassung Erwähnung finden sollen, stehen im Vordergrund die Untersuchungsergebnisse, die Entin und seine Mitarbeiter in fünf größeren Arbeiten in der deutschen Monatsschrift für Zahnheilkunde*) veröffentlicht haben.

Die beiden ersten Arbeiten über „Die Bedeutung des gemischten Speichels in der Physiopathologie der Mundhöhle“ legen in längeren Ausführungen die Tatsache fest, daß das flüssige Medium, in dem sich unser Zahnsystem befindet, für den Zustand desselben durchaus nicht gleichgültig sein kann; diese Tatsache wird in längeren Ausführungen durch zahlreiche Vergleiche aus der gesamten normalen und pathologischen Physiologie belegt und vom biologisch-chemisch-physikalischen Standpunkt aus beleuchtet. Es handelt sich zunächst darum, „Standard-Normen“ aller Ingredienzien des Speichels klinisch gesunder Personen durch Anstellen einheitlicher Reihenversuche aufzustellen, da der Begriff des „normalen Speichels“ noch nicht festliegt. Es wird ein einheitlicher Caries-Index eingeführt, der alle das zahlenmäßige Ergebnis beeinflussende Faktoren in Rechnung zieht. Es werden genaue analytische Verfahren vorgeschlagen. Eine exakte mathematische Auswertung der gefundenen Zahlen, die sämtliche eventuellen Fehlerquellen berücksichtigt, soll die „Standard-Norm“ möglichst genau fixieren. Somit ist die Disposition zu diesen großangelegten Untersuchungen planmäßig festgelegt.

Die dritte Arbeit bringt unter dem Titel „Zur Biochemie des gemischten Speichels“ ihre erste Mitteilung der Analysenreihe über den Glukosegehalt.

Die Tatsache des Fehlens oder Vorhandenseins der Glukose im Speichel soll von besonderem Interesse für die Cariesäthiologie sein. Es handelt sich darum, ob die für die Caries so wichtigen Gährungssäuren lediglich durch Zersetzung von Speiseresten in der Mundhöhle entstehen, oder aber ob diese Säuren durch chemische Veränderung primär im Speichel ausgeschiedener Glukose äthiologisch in Frage kommen können. Das Ziel dieser Arbeit ist also, den

*) Deutsche Monatsschrift für Zahnhlkd. Nr. 15, 1927, Nr. 21, 1927, Nr. 3, 4, 16, 23, 1928.

quantitativen Gehalt der vorausgesetzten Glukose in der im nüchternen Zustande gesammelten Mundflüssigkeit klinisch gesunder Menschen festzulegen, den Grad der Konstanz dieser Größe bei demselben Versuchsobjekt zu bestimmen und schließlich, zu eruieren, ob eine Abhängigkeit zwischen diesem Ingredienz und dem Affektionsgrade der Zähne durch Caries besteht.

Auf die Untersuchungsmethoden hier näher einzugehen, dürfte zu weit führen.

Das Ergebnis dieser Arbeit war, daß in dem oben erwähnten gesammelten „natürlichen" Speichel bei klinisch gesunden Personen die Glukose bzw. gärungsfähige Substanzen fehlen, daß die Menge der reduzierenden Substanzen sich bei ein und derselben Person als relativ konstante Größe erweist, und schließlich, daß eine Abhängigkeit zwischen der Menge der RS (reduzierenden Substanz) des Speichels und der Caries der Zähne nicht vorliegt.

Die nächste Arbeit Entins und seiner Mitarbeiter bringt Mitteilungen über den Phosphorgehalt des Speichels. Als Einleitung werden auch hier wieder allgemeine Vergleiche über den Phosphor-Gehalt in der normalen und pathologischen Physiologie gebracht. Davon ausgehend soll nun speziell der P-Gehalt im Speichel klinisch gesunder Personen festgelegt und auch hier wieder eine Standardnorm aufgestellt werden. Ferner war es den Verfassern darum in erster Linie zu tun, den Beständigkeitsgrad des P-Gehaltes im Speichel bei ein und demselben Individuum zu untersuchen und schließlich, die Korrelation des anorganischen und organischen Phosphors im Speichel festzustellen.
Die wesentlichen Ergebnisse waren folgende:

1. Der anorganische P-Gehalt im oben erwähnten Speichel ist für ein und dasselbe Versuchsobjekt relativ beständig und beträgt im Durchschnitt 12,2 mg %.

2. Feststellung einer unbedeutenden Schwankung bei intakten oder sehr zerstörten Zähnen.

3. Vergrößerung des anorganischen Phosphors bei reichlichen Zahnablagerungen.

4. Feststellung eines gewissen Parallelismus des anorganischen P-Gehaltes des Blutserums und des Speichels.

Die zuletzt erschienene Arbeit derselben Autoren befaßt sich eingehender mit der „aktiven Reaktion des Speichels im Zusammenhang mit der Caries". Diese Untersuchungen liegen in erster Linie das PH des Speichels klinisch gesunder Personen fest, die normalen Schwankungen bei den

verschiedenen Subjekten und ihre Grenze, dann das P^H des Speichels bei reichlicher Caries sowie bei reichlichen Ablagerungen, schließlich die Korrelation des P^H des Speichels zur Caries, die zahlenmäßig $+ 0{,}310 \pm 0{,}059$ beträgt.

In einer größeren zusammenfassenden Arbeit sind dann alle diese Ergebnisse zusammengestellt worden. Die Verfasser kommen darin zu dem Schluß, daß zwar der Einfluß der wichtigsten einzelnen Elektrolyte in ihrer Korrelation zur Caries teilweise sehr geringfügig ist, jedoch sprechen sie einer bestimmten Wechselbeziehung, nämlich der K-, Ca- und P-Ionen des Speichels auf Grund ihrer Analysen einen wesentlicheren Einfluß zu.

Zu denselben Ergebnissen mußte sich auch Knoche*), München, der unabhängig von dieser Arbeitenserie, in der deutschen Wochenschrift für Zahnhlkd. 1927 seine Untersuchungen „Über den Ionen-Gehalt des Speichels in seinen Beziehungen zur Caries" veröffentlichte, im wesentlichen bekennen; jedoch gibt dieser Autor an, und das ist das wesentliche neuere Ergebnis dieser Arbeit, daß bei zunehmender Anfälligkeit gegen Zahncaries der absolute und relative Kalium-Gehalt des Speichels steigt; K. glaubt, daß diese Tatsache bei der Disposition zur Caries eine Rolle spielt. Bezüglich des äthiologischen Zusammenhanges nimmt er an, daß die quellungsfördernden Eigenschaften des K-Ions eine wesentliche Rolle spielen, insofern als hierdurch die organischen, keratinoiden Anteile des Schmelzes und des Schmelzoberhäutchens durch das Kalium leichter der Quellbarkeit und Auflockerung unterliegen.

Es sei nunmehr kurz auf die Arbeiten Türkheims eingegangen, die er in den „Fortschritten der Zahnheilkunde" von 1925 bis zum heutigen Stand der Cariesforschung veröffentlicht hat.**)

Charakteristisch für die Einstellung des Cariesforschers ist der Satz Türkheims: „Die praktische Zahnheilkunde bekämpft die Caries rein mechanisch, aber wir dürfen ehrlich zugeben, daß wir damit nicht das Ideal erreichen, nämlich die Krankheit als solche zu verhüten. Das kann nur gelingen, wenn wir sie erkennen. Um dies zu erreichen, müssen wir zunächst den ganzen Komplex aufrollen, das Problem analysieren."

*) Knoche, Deutsche zahnärztl. Wochenschr. XXX, No. 23.

**) Türkheim, „Cariesforschung" und „Physiologische Chemie". – „Die Fortschritte d. Zhlk.", Febr. 1925–Juli 1928.

Um das Charakteristische des Krankheitsprozesses festzulegen, geht er in seinen Betrachtungen von den wichtigsten fünf Grundsätzen aus: der Beginn der cariösen Zerstörung im Schmelz, die zeitliche Disposition, Immunität oder individuelle Disposition, die relative Immunität der Zahngruppen und ihre Beziehungen in Ober- und Unterkiefer zueinander und schließlich als letzter Grundsatz der regelmäßige Beginn der Caries an einer Retentionsstelle.

T. erwähnt, daß man sich früher damit begnügt habe, rein äußerlich die exzitierenden und disponierenden Ursachen der Caries aufzuzählen, er steht auf dem Standpunkt, daß es sich als zweckmäßig erwiesen habe, diese Krankheit und die mit ihr verbundenen Begriffe strenger zu formulieren.

Dann folgt zunächst eine ausführliche Definition der Begriffe „Disposition" und „Konstitution" im allgemeinen, und im speziellen auf das uns interessierende Cariesproblem angewandt. In der Reihe der angeborenen Widerstandskräfte sei zuerst der Speichel zu nennen. „Denn eine Flüssigkeit, die für Dauer des Lebens den Zahn umspült, kann nicht ohne Einfluß auf ihn sein". – Es handelt sich jedoch zuerst darum, wenn man an dieses Problem herangeht, den Begriff des „normalen Speichels" kennen zu lernen durch genaue Analysierung seiner gesamten Zusammensetzung. „Erst durch eine Zerlegung in seine Elemente gewinnt er an Interesse."

Sodann geht T. zunächst auf das Krankheitsbild als solches ein, auf die Wirkungsmöglichkeiten und Fähigkeiten der Bakterien des Speichels, auf die Untersuchungen über die bakterielle Wirksamkeit durch Züchtungsversuche und Experimente, die Wirkung der bakteriellen Fermente und die Mechanik der schädigenden Wirkungen.

Nach Besprechung allgemein zu Caries disponierender Faktoren, also anderweit lokalisierte Erkrankungen, Ernährungsverhältnisse und soziale Bedingungen, kommt er nochmals auf den Speichel zu sprechen, dem er eine wichtige caries-äthiologische Rolle zuschreibt. Grundsätzlich muß bei der Erforschung dieser Beziehungen so verfahren werden, daß die „Chemie des Zahnes", d. h. sein anorganisch-organischer Aufbau mit dem jeweiligen Chemismus des Speichels gemeinsam in den Wechselbeziehungen untersucht wird. Somit muß also das Zahnmaterial auch selbst chemisch analysiert werden, vor allem sind bei Erforschung dieser Beziehung die chemischen Veränderungen des Schmelzes, die zur Caries disponieren

können, zu beachten; auf der anderen Seite sind die Punkte festzulegen, auf die es in diesem Zusammenhang bei der Speicheluntersuchung ankommt: Reaktion des Speichels; Berechnung der in der Zeiteinheit produzierten Speichelmenge; seine Viskosität und osmotischer Druck; der Kochsalzgehalt, der Calcium-, Phosphat- und Rhodangehalt; die Menge der Kohlensäure und des Muzins; schließlich das Pufferungs- und Mineralisationsvermögen des Speichels.

Den Schluß dieser Arbeit bildet die Statistik und Auswertung der bis dato bekannten Theorien.

Die nächsten Referate Türkheims bringen uns in dem interessierenden Zusammenhang zunächst die Chemie der harten Zahnsubstanzen, die Analysen aller einzelnen anorganischen Substanzen unter besonderer Berücksichtigung der Zusammensetzung des Schmelzes. Erwogen werden dann die Möglichkeiten der allgemeinen Beeinflussung dieses chemischen Gefüges und damit auch seiner wechselnden Cariesempfänglichkeit. Erst nach dieser analytischen Fixierung wird dann der jeweilige physikalisch-chemische Zustand des Speichels in Beziehung zu dem oben erwähnten Chemismus des Zahnschmelzes gebracht. Es folgen zusammenstellend die Ergebnisse der Untersuchungen Pickerills über die Viskosität des Speichels und ihre Veränderungen nach Genuß verschiedener Reizmittel, nach Säure- und Salzzufuhr, Angaben über den Fermentgehalt des „normalen" Speichels und schließlich die neueren Analysen über den Gehalt an Rhodan (Pickerill, Kantorowicz, Speyer, Kranz, Reißner), Phosphaten, Kochsalz und Ammoniak.

In der folgenden zusammenfassenden Kritik über den Stand der Cariesforschung verbreitet sich Türkheim ausführlich zunächst über den Mechanismus des Eindringens und der Invasionstechnik der Bakterien in den Zahnschmelz und gleichzeitig über die histologisch-pathologischen Veränderungen, die hierbei statthaben. Der Speichel hat in diesem Zusammenhang zwei Aufgaben, er ist Träger der gelösten Stoffe und Nährboden für Bakterien.

Erwähnt werden die Versuche Pickerills, die dartun, daß die Menge der Diastase des Speichels insofern cariesäthiologisch eine Rolle spielt, als hierdurch mehr oder weniger viel Stärke zu löslicher Maltose aufgespalten wird, die der Speichel dann fortschwemmt. Laut Türkheim will Pickerill durch Säuren den „Ptyalin-Index" auf das zehnfache erhöhen können. Die eigenen Nachprüfungen Türkheims ergaben jedoch, daß diese Theorie auf Grund nicht ein-

wandfreier Experimente aufgestellt wurde; denn durch starke anorganische und organische Säuren konnte T. eine Beeinflussung der Diastase nicht feststellen.

Hiernach werden die Versuche Pickerills zitiert, die er anstellte, um die Wirkung des Rhodans auf die Entwicklung der für die Caries in Frage kommenden Mundbakterien zu eruieren.

In der nächsten Arbeit Türkheims werden vor allem die für die Beeinflussung des Speichels in Frage kommenden drei Gruppen erörtert: die Ernährung, Kosmetika, Geschmacksstoffe und schließlich Medikamente.

Bezüglich der Nahrungsstoffe wird wiederum Pickerill zitiert, der die Reaktionsveränderungen des Speichels nach Genuß von milden, geschmacklosen Stoffen einerseits, von sauren und süßen Reizstoffen andererseits beobachtete. Sodann folgen kritische Betrachtungen über die Arbeiten Pickerills und Bergves, die speziell die Einflüsse von Fruchtsäuren auf den Schmelz im Zusammenhang mit der Caries zu ergründen versuchten.

Das Ergebnis dieser ganzen Untersuchungen faßt Türkheim dahingehend zusammen, daß Säuren und saure Substanzen keinen nachhaltigen cariesprophylaktischen Einfluß auf den Speichel ausüben können, soweit sie von außen importiert werden. Deshalb läßt Türkheim am Schluß dieser Arbeit die letzte Möglichkeit offen, die Reaktion des Speichels vom Blutkreislauf aus zu beeinflussen; diese Möglichkeit soll nach dem Versuchen von Broderick und Göhring bestehen; die praktische Auswertung dieser Versuche muß die Zukunft noch erbringen.

Im folgenden Bericht werden zunächst der von Bunting und seinen Mitarbeitern angestellten weiteren Erhebungen über die Beziehungen des bazillus acidophilus zur Caries Erwähnung getan. – Dann folgen neuere chemische Studien über die Schmelzzusammensetzung, vor allem über den Kalkstoffwechsel des Zahnschmelzes, und in diesem Zusammenhang physikalisch-chemische Studien über die Einwirkung von Säuren und die Resistenz des Schmelzes der verschiedenen Zahnsorten gegen Säureangriffe. Die H-Ionenkonzentration der verschiedenen Säuren soll keinen Einfluß auf ihre Entwicklungsfähigkeit haben. –

Den Schluß dieser Arbeit bildet eine Zusammenstellung der Nissle'schen Untersuchungen über die Wachstumsmöglichkeit, Ernährungsbedingungen der Speichelbakterien in kranken und gesunden Mundhöhlen.

Weitere Untersuchungen sozial-hygienischer Bedeutung werden zitiert, und der Nachweis erbracht, daß bei der Diposition zur Caries Erbeinflüsse zahlenmäßig weit zu Gunsten von Umweltseinflüssen zurücktreten.

Die nachfolgende Arbeit Türkheims bringt im Anschluß hieran nun das, was über die immunisierende und bakterizide Wirkung des Speichels bekannt ist. Diese Wirkungen des Speichels teilt er in drei Komponenten ein: 1. die Beziehung zur Schleimhaut, 2. zum Zahnsystem, 3. der Speichel „absolut" als Bakteriennährboden und als Körperflüssigkeit.

Nach Gottlieb-Sicher und Hugenschmidt sollen laut Türkheim dem Speichel Eigenschaften der Phagozytose zugeschrieben werden, zugleich wird aber von T. auf der anderen Seite die Tatsache entgegengestellt, daß Pickerill bei seinen Versuchen diese Phagozytose bei Speichelproben von immunen wie cariesdisponiblen Individuen nur sehr schwach ausgeprägt fand und auch keinerlei Systematik beobachten konnte.

Immunkörper sollen, wie T. berichtet, nach Millers Ansicht nicht aus dem Blut in den Speichel übertreten können; unter anormalen Verhältnissen sollen jedoch Antitoxine in den Speichel übergehen können, wie dies von Pickerill bei Personen nachgewiesen wurde, die von Giftschlangen gebissen waren. –

Türkheim kommt nun auf eine zweite Form, in der der Speichel in Beziehung zu den Zähnen treten kann, zu sprechen: „Der Speichel als Nährboden für die Mund- und damit auch für die Cariesbakterien". Er zitiert wieder Nissle, der in der gesunden wie in der cariösen Mundhöhle Unterschiede für die Bakterien aufzeigen konnte und den Nachweis erhöhter Gärfähigkeit bei den verschiedenen Mundsekreten brachte.

Dann folgen neuere Versuche Pickerills, die nachwiesen, daß das Rhodan selbst in höheren Konzentrationen als im Speichel, bei künstlichen Bakterienzüchtungsversuchen, nur schwache bakterizide Wirkung hatte. Weitere von Türkheim in dieser Arbeit erwähnte Experimente tuen dar, daß im durch Filtration sterilisierten Speichel keine Bakterien wachsen.

Die beiden neuesten und letzten Berichte T.'s über die Cariesforschung bringen uns zunächst eine große statistische Zusammenstellung über die Caries, die unter Anwendung

der verschiedensten bereits veröffentlichten kleineren und größeren Statistiken zusammenfassend, Mittelwerte festsetzt, unter besonderer Berücksichtigung der Krankheitsverhältnisse der Patienten, der Erkrankung einzelner Zahngruppen und Zahnsorten, der Einteilung in Altersklassen, der sozialen Schichtung usw., während die letzte Arbeit noch einmal im Zusammenhang Referate über die bereits erwähnten Arbeiten von Entin (bzw. seinen Mitarbeitern), Moskau und Knoche, München bringt. –

Erwähnt seien nunmehr noch einige Veröffentlichungen aus der neueren zahnärztlichen Literatur, die mit in diese Zusammenhänge hineingehören. Erwähnen möchte ich zunächst den „Beitrag zur Kenntnis der Mikrokokken des menschlichen Speichels", der in der Schweizerischen Monatsschrift für Zahnheilkunde 1928*) veröffentlicht wurde. Zu diesen Untersuchungen benutzten die Verfasser den Speichel von ungefähr 30 Personen, davon 10 Proben aus cariösen Mundhöhlen, 10 Speichelproben aus cariesimmunen Höhlen Erwachsener, 10 Proben von Säuglingen. Das Resultat dieser Untersuchung war ein negatives, d. h. die Verfasser konnten keine direkte Einwirkung der in Frage kommenden Bakterien des Speichels auf den Zahnschmelz nachweisen im Sinne von Baumgartner und Fleischmann. Die Säurewirkung soll nach ihrer Ansicht der primäre und der Hauptfaktor bei der Schmelzcaries sein.

Der Beweis, daß es möglich ist, durch Einnahme von Medikamenten die Reaktion des Speichels nach der sauren wie nach der alkalischen Seite hin zu verändern, bringt Göhring, Hamburg, in seiner Abhandlung: „Über die Beeinflussung der Speichelreaktion durch perorale Medikation"**). Von den anorganischen Säuren soll die Phosphorsäure die Reaktion des Speichels am stärksten nach der sauren Seite hin beeinflussen, während die Alkaleszenz des Sp. nach diesem Bericht besonders nach der Einnahme von Zitronensäure, Magnesia usta und Kalzan zunahm; andere Medikamente ergaben nach Göhring kein klares Bild.

Neuere Untersuchungen für die Wasserstoffionenkonzentration des Sp. hat Kallhardt, München, angestellt***); diese erstreckten sich über Monate und hatten ebenfalls das Ziel, die Reaktion des Speichels, also sein P^H irgendwie mit der Cariesfrequenz direkt in Parallele zu bringen.

*) Schweiz. Monatsschrift März 28, Bd. 38, Nr. 3.
**) Deutsche Monatsschr. für Zhlkd. 1926, Nr. 4.
***) „ „ „ „ 1928, Nr. 21.

Die in seinen Arbeiten verzeichneten Ursachen für die Schwankungen der H-Ionenkonzentration sollen aber, wie er am Schluß seiner Arbeit erwähnt, „viel zu zahlreich und vor allen Dingen zu variabel sein, um eine entsprechende Berücksichtigung bei der Auswertung der P^H-Werte erfahren zu können".

K. kommt zu dem Schluß, daß doch wohl die Bestimmung des Widerstandes, den der Speichel seinen Reaktionsveränderungen entgegensetzt, also die Bestimmung der Pufferung des Speichels, wichtiger sei als solche absoluten Werte.

Simon*) hat die Beziehungen der sekundär durch Gärung in der Mundhöhle entstandenen Milchsäure zur Caries untersucht und quantitative Nachweise geliefert, dann die verschiedenen möglichen Grade der Pufferwirkung des Speichels zur Neutralisation der sekundär entstandenen Säuren berechnet.

Auf der Suche nach weiteren Beziehungen der in der Mundflüssigkeit vereinigten Ingredienzien fand Hulin**), daß dem Speichel mehr oder weniger eine bakterizide Rolle zufällt, insofern, als er experimentell nachweisen konnte, daß der gemischte Speichel Antikörper enthält; dem stehen allerdings die Ansichten anderer Autoren (s. die Berichte Türkheims) entgegen. –

Ich komme nun noch einmal auf das in seinen Beziehungen zur Caries so viel umstrittene Rhodan zu sprechen. – Wir können die verschiedensten Ansichten über den Zweck und Nutzen des Rhodans in seinen Beziehungen zum kranken oder gesunden Zustand der Mundhöhle in der Literatur verzeichnet finden. So die Behauptung Michels und anderer Autoren, daß die Menge des im Speichel vorkommenden Rhodans zur Cariesfrequenz im indirekten Verhältnis stehen soll. Je höher der Gehalt an Rhodanalkali, umso immuner soll die Mundhöhle gegen Caries sein und umgekehrt. So ist man s. Zt. auf die Idee gekommen, rhodanhaltige Mundwässer usw. in Anwendung zu bringen; der Erfolg war aber gleich Null. Vorgenannte Autoren zeigten jedoch, daß das Rhodan nur dann seine Wirkung entfalten könne, wenn es den Mundsekreten dauernd bei der natürlichen Sekretion beigegeben würde. Man erzielte dann eine höhere Ausscheidung im Speichel dadurch, daß man Rhodan-

*) Deutsche Monatsschrift für Zahnhlkd. 1926.

**) Hulin, „Speichel und Mundaffektion." (La presse dentaire 1924, Nr. 10.)

präparate innerlich verabfolgte. Eine Reihe von Versuchen zeigten, daß man mit dieser Medikation tatsächlich eine hemmende Wirkung auf die Caries ausüben konnte, in fast ebenso häufigen Fällen jedoch gab es völlige Versager.

Die umgekehrte Proportionalität der Cariesfrequenz zur Rhodanmenge konnte wiederum von anderen (Höncz, Kantorowicz und Speyer) nicht festgestellt werden; ebenso wird die bakterientötende oder entwicklungshemmende Kraft des Rhodankaliums, von der Michel zu berichten weiß, von Gottlieb und Sicher bestritten.

Man hat sogar einmal angenommen, daß das Rhodan aus den cariösen Zähnen herstamme; diese Ansicht ist widerlegt, denn wir wissen heute, daß es sich um ein normales intermediäres Produkt des Eiweißstoffwechsels handelt.

Mag dem sein, wie ihm wolle, es sind die verschiedensten Angaben über die Konzentrationsbeziehungen des R. in der Literatur vorhanden, und das mag seinen Grund darin haben, daß die Messungen durchweg an Standard-Lösungen mittels der colorimetrischen Methode gemacht wurden, die natürlich ganz genaue Werte niemals liefern kann, zumal es sich hier ja nur um den Nachweis sehr geringer Mengen handelt.

Was die erwähnten colorimetrischen Methoden zur Rhodanbestimmung betrifft, so gibt allerdings Reißner*) eine neuere von ihm weiter ausgebaute Verbesserung der colorimetrischen Methode an.

Eine besondere von ihm hergestellte Lösung, die sogenannte Reißner'sche-Rhodan-Testlösung, sowie das rein physikalisch verbesserte Verfahren soll neuerdings zu gegenaueren Resultaten führen. Mit dieser Methode hat er die ausgeschiedene Rhodanmenge bei Rauchern und Nichtrauchern festgestellt, die mittleren Tagesausscheidungsmengen bei Männern, bei Frauen, wie bei Kindern, ferner die Schwankung des Rhodans bei interkurrierenden Krankheiten wie bei konstitutionellen pathologischen Veränderungen nach oben erwähnter Methode quantitativ festgelegt. Das wesentliche Ergebnis ist jedoch die Feststellung, daß eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem Rhodangehalt und der diastischen Kraft des Speichels nicht immer festzustellen war, jedoch in einer großen Anzahl von Fällen bemerkenswert schien.

*) Deutsche Monatsschr. f. Zhlkd. 1928, Nr. 3.

Ich habe bei meinen Rhodanbestimmungen, auf die ich jetzt zu sprechen kommen möchte, nach folgenden Gesichtspunkten verfahren. Als Hauptgrundsatz gilt: Einheitlichkeit und System in den ganzen Untersuchungsplan durch Anstellen von Reihenversuchen hineinzubringen. Es ist vor allem wesentlich, nicht willkürlich zu irgendeiner Tageszeit die quantitative Bestimmung nach Speichelentnahme vorzunehmen, da, wie ich feststellen konnte, der Rhodangehalt innerhalb gewisser Grenzen bei demselben Untersuchungsobjekt schwankt. Um also möglichst präzise Vergleichswerte zu bekommen, ist von jedem einzelnen Fall die Tageskurve aufgenommen worden. Die erste Messung erfolgte morgens 8 h bei völliger Nüchternheit, die zweite um 11h nach Frühstücksaufnahme, die dritte um $^1/_2$ 1 h mittags (vor der Hauptmahlzeit), die vierte um 3 h nachmittags während des Hauptverdauungsstadiums, die fünfte um 6 h nachmittags (vor dem Abendessen), die sechste um 9 h abends.

In der Annahme, evtl. Beziehungen der Vergleichszahlen zu finden, habe ich in drei Fällen parallel zu den Speichelentnahmen die Harne als weiteres rhodanhaltiges Ausscheidungsprodukt quantitativ auf ihren Rhodangehalt untersucht.

Die fünf mir zur Verfügung stehenden Patienten nährten sich von normaler gemischter Kost, sodaß also die Fehlerquelle eventueller Verschiedenheiten in der Ernährungsweise und der dadurch natürlicherweise bedingten variierenden Zusammensetzung der Sekrete möglichst ausgeschaltet wurde.

Um ein genaues Vergleichsbild über den Grad der cariösen Anfälligkeit des Gebisses zu bekommen, habe ich eine bes. Indexberechnung bei vorliegenden Versuchen wie auch bei den im zweiten Teil dieser Arbeit folgenden Verdauungsversuchen angewandt.

Es ist hierbei zu berücksichtigen, einmal selbstverständlich die Anzahl der kranken Zähne, ferner der mehr oder weniger vorgeschrittene Grad der Caries (oberflächliche, mittlere, tiefgehende Caries) und die Wahrscheinlichkeitsziffer einer Cariesmöglichkeit für den betreffenden Zahn, die ich nach der – „Tabelle Magitôts über die Carieshäufigkeit bei den verschiedenen Zahnsorten nach einer Untersuchung von 10000 Zähnen“ – berechnet habe. Der Zahn, der nach den Ermittlungen Magitôts normalerweise am

leichtesten der Caries heimfällt, muß natürlich bei der Indexberechnung einen wesentlich geringeren Faktor bekommen als der Zahn, der der Caries überhaupt nicht oder nur in ganz seltenen Fällen unterliegt. In der nachfolgenden Indexberechnung sind deshalb von den Häufigkeitszahlen die reciproken Werte genommen worden; denn je höher die Frequenz der Erkrankungsmöglichkeit für die untersuchten Zähne ist, um so geringer ist die gesamte Cariesanfälligkeit, um so kleiner muß also der gesamte Index werden und umgekehrt.

Die bei der Indexberechnung den einzelnen Zahnsorten zukommenden Faktoren sind hiernach folgende:

	obere Zähne	untere Zähne
1. Incisivus	17	333
2. „	13	333
Caninus	140	22
1. Prämolar	10	27
2. „	10	20
1. Molar	7	5
2. „	15	9
3. „	45	500

Dieser Faktor wird, für alle bei dem einzelnen Fall in Frage kommenden erkrankten Zähne im Durchschnitt berechnet, mit der Anzahl der cariösen Elemente multipliziert.

Weiter müssen wir, wie oben erwähnt, den Grad der Caries in Rechnung ziehen. Für eine leichte, oberflächliche Caries habe ich den Faktor 0,5, für eine Caries media den Faktor 1,0, für eine Caries profunda den Faktor 1,5 gewählt, von diesen ist natürlich bei der Schlußberechnung wiederum der Durchschnittswert maßgebend.

Es setzt sich also meine Indexberechnung aus folgenden drei Faktoren zusammen:

1. Anzahl der cariösen Zähne multipliziert mit dem
2. Anfälligkeitsfaktor „ „ der
3. Konstanten, die den Durchschnittswert des Caries-charakters angibt.

I. Die Fälle mit den Endzahlen 1–50 sind zusammengefaßt unter dem Caries-Index A
(Leichte oder fast immune Fälle.)

II. Die Fälle mit den Endzahlen 50–150 sind zusammengefaßt unter dem Caries-Index B
(Mittlere Fälle.)

III. Die Fälle mit den Endzahlen über 150 sind zusammengefaßt unter dem Caries-Index C
(Schwere Fälle mit ausgesprochener Cariesanfälligkeit.)

Im folgenden nun zunächst die fünf Krankengeschichten*) der auf ihre Rhodankurven untersuchten Fälle:

Nr. 1.

Alter des Patienten.: 24 J. Beruf: Student.

Erkrankte Zähne: $\overline{6}\ \overline{6}$ cs. sf. $\overline{7}$ cs. sf. (Fissur.)
$\underline{|4}\ \underline{|5}$ cs. m. (Kontakt.)

Schleimhautbefunde: Bis auf geringe Randgingivitis im Molarengebiete normal.
Ferner leicht abstreifbare Beläge zervical an den unteren Incisiven.
Mundhöhle in tadellosem hygienischen Zustand.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 5
2. Anfälligkeitsfakt.: $\overline{6|}\ \overline{|6}\ \overline{|7}\ \underline{4|}\ \underline{5|}$
$5+5+9+10+10=39$
Durchschnitt: $39:5=\underline{7{,}8}$
3. Durchschnittskonstante des Caries-Charakters: 0,7

Also: Anzahl der krank. Zähne × Anfälligkeitsfaktor × Durchschnittskonst.
$= 5 \times 7{,}8 \times 0{,}7 = 27{,}3 =$ Index A

*) Der Übersicht wegen habe ich für die genaueren Cariesbezeichnungen einige Abkürzungen oben angewandt:
Es bedeutet: cs. = caries; c. = central; app. = approximal; af. = superficicalis; m. = media; pr. = profunda; z. = zervical; c. W. R. = cariöse Wurzelreste.

Nr. 2.

Alter des Patienten: 27 J. Beruf: Kaufm. Angestellter.

Erkrankte Zähne: ⌈6 7⌉ cs. sf.
4⌋ cs. sf. (Fissur.)
sämtl. übrigen Zähne einwandfrei.

Schleimhautbefunde: Geringe Papillitis im oberen Incisivengebiet. Sonst normal.
Mundhöhle hygien. einwandfrei.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 3
2. Auffälligkeitsfaktor: 8
3. Durchschnittskonstante: 0,7

Also: $3 \times 8 \times 0{,}7 = 16{,}8 =$ Index A

Nr. 3.

Alter des Patienten: 26 J. Beruf: Landwirt.

Erkrankte Zähne: ⌈3 appr. cs. m.
⌈4 + ⌈5 cs. pr. (Kontakt) appr. Kronenteil v. ⌈5 fast völlig zerstört.
6⌋ 7⌋ fehlen. 6⌋ 7⌋ cs. pr.
2⌋ 1⌋ ⌊1 ⌊2 appr. cs. m.
⌊6 ⌊7 c. W. R.
⌊4 ⌊5 cs. pr. (Kontakt). (Zerstörung bis zum cervicalen Kronenteil.)
Bis auf 5⌋, der gesund ist, sind oben rechts alle Molaren extrahiert.

Schleimhautbefunde: Im Unterkiefer diffuse Gingivitis u. Papillitis, schmierige dicke Beläge. Im Oberkiefer, soweit noch Zähne vorhanden, sehr ausgesprochene Randgingivitis u. Papillitis hypertrophicane.
Entzündungsgrad der Schleimhaut ist oben geringer als unten.
Starker foetor ex ore.
Sehr schlechte hygienische Mundverhältnisse.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 13
2. Anfälligkeitsfaktor: 14,23
3. Durchschnittskonstante: 1,3

Also: $13 \times 14{,}23 \times 1{,}3 = 277{,}5 =$ Index C

Nr. 4.

Alter des Patienten: 30 J. Beruf: Schlosser.

Erkrankte Zähne: 6 |7 cs. pr. |4 cs. m.
6| c. cs. pr. 7| c. cs. m.
1| + |1 appr. cs. pr. |6 |7 nur noch cs. Wurzeln.
|8 cs. sf. (Fissur.)
6| c. cs. m. 7| 8| nicht mehr vorh.

Schleimhautbefunde: Im Unterkiefer Randgingivitis und Entzündung der Papillen sehr ausgesprochen, im Oberkiefer nur einige Grade besser.
Sonstige Schleimhäute o. B.
Mundhygiene mäßig.

Caries-Index: 1. Anzahl d. cariösen Zähne: 11,0
2. Anfälligkeitsfaktor: 14,45
3. Durchschnittskonstante: 1,27

Also: $11{,}0 \times 14{,}45 \times 1{,}27 = 201{,}9 =$ Index C

Nr. 5.

Alter des Patienten: 27 J. Beruf: Kaufmann.

Erkrankte Zähne: 4 cs. pr. des halben Kronenteils.
|6 |7 cs. W.–R. 7| cs. pr.
4| + 5| appr. cs. m. 6| nicht mehr vorhanden.
|1 |2 appr. cs. m. |4 |5 cs. sf. (Fissur.)
|6 nicht mehr vorh. |7 c. cs. m.
4| + 5| appr. cs. sf. 6| dist. appr. cs. pr.
8| durchgebrochen. cs. sf. (Fissur.)

Schleimhautbefunde: Im Unterkiefer ging. marg. an allen noch stehenden Zähnen; U. K. Frontgebiet sehr schlaffes, lockeres Zahnfleisch, Atrophie der Papillen und tiefe Taschenbildung mit Sekretion. Im Oberkiefer wesentlich bessere Schleimhautverhältnisse.
Foetor ex ore vorhanden.
Mundhygiene sehr mangelhaft.

Caries-Index: 1. Anzahl d. cariösen Zähne: 15
2. Anfälligkeitsfaktor: 15,6
3. Durchschnittskonstante: 1,0

Also: $15 \times 15{,}6 \times 1{,}0 = 234{,}0 =$ Index C

Zu jeder Rhodanbestimmung wurden 40,0 g frisch entnommenen Speichels (bzw. Harns) verwandt und zwar ohne vorherige Ausspülung der Mundhöhle. Zur quantitativen Bestimmung wurde das sog. Rupp'sche Verfahren*) angewandt.

Das Prinzip ist dabei folgendes:

Rhodanid reagiert in bicarbonathaltiger Lösung mit Jod im Sinne der Gleichung: $KCNS + 8J + 4H_2O = H_2SO_4 + 6HJ + KJ + JCN$. Nach Zufügen von Salzsäure erfolgt die Reaktion $JCN + HJ = HCN + 2J$, sodaß also der Endzustand durch die in zwei Phasen verlaufende Reaktion $KCNS + 6J + 4H_2O = H_2SO_4 + 5HJ + KJ + HCN$ bedingt wird.

Ein Molekül Kaliumrhodanid entspricht also 6 Atomen Jod oder 1 ccm n/10 Jodlösung = 0,0016 203 g KCNS. – Das unverbrauchte Jod wird mit Thiosulfat unter Anwendung von Stärke als Indikator zurücktitriert.

Erforderliche Lösungen:

1. Natrium bicarb. pur. 2. Jodkali. 3. salpetersäurehaltiges Wasser (1 : 100). 4. 3%ige Silbernitratlösung. 5. 2%ige Stärkelösung. 6. u. 7. n/10 Jod-Lsg. + n/10 Thiosulfatlösung.

Die Vorbehandlung des Mundsekretes geschieht folgendermaßen:

Die abgewogene Sekretmenge wird bei mäßiger Temperatur verdunstet und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen. Nach erfolgter Filtration wird im Wasserbad verdunstet und die wässerige Lösung des Rückstandes nach dem Ansäuren mit HNO_3 mit Silbernitrat ausgefällt.

Bei der Vorbehandlung des Harns genügt es, das klarfiltrierte, eiweißfreie Sekret mit stark verdünnter HNO_3 anzusäuren und mit einem Überschuß einer 3%igen $AgNO_3$-Lösung zu versetzen.

Nachdem sich die $AgNO_3$-Niederschläge (enthaltend das unlösliche Silberrhodanid) unter Erwärmen auf dem Wasserbad gut abgesetzt haben und auf die Vollständigkeit ihrer Fällung hin geprüft worden sind, werden sie abgesogen, mit salpetersäurehaltigem Wasser ausgewaschen und samt Filter und etwas Wasser in eine etwa 1 Ltr. fassende weithalsige Glasstopfenflasche gebracht. Sodann werden 3 g $NaHCO_3$ oder etwas mehr (jedenfalls bis zur alkal. Reaktion

*) Hoppe – Seyler – Thierfelder. Physiologisch- u. pathologisch-chemische Analyse.

der Flüssigkeit) + 3 g Jodkali (zur Überführung des Chlorsilbers in Jodsilber) hinzugefügt, durch Umschwenken beide Salze gelöst. Nun wird solange n/10 Jod-Lsg. in gemessener Menge zugefügt, bis die Flüssigkeit deutlich braun gefärbt bleibt.

Nach vierstündigem Stehen im Dunkeln säuert man mit 10% HCl vorsichtig an, fügt Stärkelösung hinzu und titriert mit n/10 Thiosulfat zurück.

Im folgenden gebe ich vorweg die zahlenmäßigen Ergebnisse der Tagesuntersuchungen, die nach vorstehendem Verfahren behandelt wurden:

Fall Nr. 1. Caries-Index A.

Speichel-Untersuchung.

1.*)	8h	4,61 mg	I. Maximum
2.	11h	2,38 „	Minimum
3.	½ 1h	3,18 „	
4.	3h	2,86 „	
5.	6h	3,34 „	
6.	9h	4,29 „	II. Maximum

Harn-Untersuchung.

7.	8h	3,34 mg	I. Maximum
8.	11h	2,23 „	
9.	½ 1h	1,91 „	Minimum
10.	3h	2,23 „	
11.	6h	3,98 „	II. Maximum
12.	9h	3,66 „	

Fall Nr. 2. Caries-Index A.

Speichel-Untersuchung.

13.	8h	4,45 mg	I. Maximum
14.	11h	2,07 „	Minimum
15.	½ 1h	2,86 „	
16.	3h	2,86 „	
17.	6h	3,02 „	
18.	9h	4,29 „	II. Maximum

Fall Nr. 3. Caries-Index C.

Speichel-Untersuchung.

19.	8h	4,93 mg	I. Maximum
20.	11h	2,86 „	
21.	½ 1h	3,18 „	
22.	3h	2,70 „	Minimum
23.	6h	3,82 „	
24.	9h	5,09 „	II. Maximum

*) Die fortlaufenden Zahlen bezeichnen die Analysen-Nummern der Zusammenstellung auf pag. 21 u. 22.

Fall Nr. 4.

Caries-Index C.
Speichel-Untersuchung.

25.	8h	5,08 mg	I. Maximum
26.	11h	2,39 „	Minimum
27.	1/2 1h	3,02 „	
28.	3h	2,54 „	
29.	6h	3,18 „	
30.	9h	4,13 „	II. Maximum

Fall Nr. 5.

Caries-Index C.
Speichel-Untersuchung.

31.	8h	5,09 mg	I. Maximum
32.	11h	2,23 „	Minimum
33.	1/2 1h	2,86 „	
34.	3h	2,70 „	
35.	6h	3,02 „	
36.	9h	4,14 „	II. Maximum

Fall Nr. 6.

Caries-Index C.
Harn-Untersuchung.

37.	8h	3,66 mg	I. Maximum
38.	11h	2,39 „	
39.	1/2 1h	2,23 „	Minimum
40.	3h	2,38 „	
41.	6h	3,66 „	
42.	9h	3,82 „	II. Maximum

Fall Nr. 7.

Caries-Index C.
Harn-Untersuchung.

43.	8h	3,02 mg	I. Maximum
44.	11h	2,23 „	
45.	1/2 1h	1,59 „	Minimum
46.	3h	2,07 „	
47.	6h	3,50 „	II. Maximum
48.	9h	3,18 „	

Umstehend sind die Titrationszahlen und die daraus errechneten Endresultate in einer Tabelle zusammengestellt.

Zahlenmäßige Ergebnisse der quantitativen Rhodanbestimmungen.

Vers. Nr.	Titer	Gebrauchte J.-Menge	Zurücktitriert	Differenz ×	Jodzahl × Titer	Menge Rhodan pro 40,0 gr.	
						gr	mg
1.	0,984	20,4	17,5	2,9	0,00159	0,00461	4,61
2.	0,984	22,1	20,6	1,5	0,00159	0,00238	2,38
3.	0,984	20,3	18,3	2,0	0,00159	0,00318	3,18
4.	0,984	20,7	18,9	1,8	0,00159	0,00286	2,86
5.	0,984	20,5	18,4	2,1	0,00159	0,00334	3,34
6.	0,984	21,4	18,7	2,7	0,00159	0,00429	4,29
7.	0,984	26,3	24,2	2,1	0,00159	0,00334	3,34
8.	0,984	27,1	25,7	1,4	0,00159	0,00223	2,23
9.	0,984	26,5	25,3	1,2	0,00159	0,00191	1,91
10.	0,984	27,4	26,0	1,4	0,00159	0,00223	2.23
11.	0,984	26,9	24,4	2,5	0,00159	0,00398	3,98
12.	0,984	26,5	24,2	2,3	0,00159	0,00366	3,66
13.	0,984	20,3	17,5	2,8	0,00159	0,00445	4,45
14.	0,984	22,3	21,0	1,3	0,00159	0,00207	2,07
15.	0,984	21,7	19,9	1,8	0,00159	0,00286	2,86
16.	0,984	21,8	20,0	1,8	0,00159	0,00286	2,86
17.	0,984	20,9	19,0	1,9	0,00159	0,00302	3,02
18.	0,984	21,7	19,0	2,7	0,00159	0,00429	4,29
19.	0,984	21,4	18,3	3,1	0,00159	0,00493	4,93
20.	0,984	22,0	20,2	1,8	0,00159	0,00286	2,86
21.	0,984	21,9	19,9	2,0	0,00159	0,00318	3,18
22.	0,984	20,3	18,6	1,7	0,00159	0,00270	2,7
23.	0,984	20,7	18,3	2,4	0,00159	0,00382	3,82
24.	0,984	20,7	17,5	3,2	0,00159	0,00509	5,09

Zahlenmäßige Ergebnisse der quantitativen Rhodanbestimmungen.

Vers. Nr.	Titer	Gebrauchte J.-Menge	Zurücktitriert	Differenz ×	Jodzahl × Titer	Menge Rhodan pro 40,0 gr.	
						gr	mg
25.	0,984	22,7	19,5	3,2	0,00159	0,00508	5,08
26.	0,984	21,6	20,1	1,5	0,00159	0,00239	2,39
27.	0,984	21,9	20,0	1,9	0,00159	0,00302	3,02
28.	0,984	20,3	18,7	1,6	0,00159	0,00254	2,54
29.	0,984	21,0	19,0	2,0	0,00159	0,00318	3,18
30.	0,984	22,1	19,5	2,6	0,00159	0,00413	4,13
31.	0,984	22,0	18,8	3,2	0,00159	0,00509	5,09
32.	0,984	20,7	19,3	1,4	0,00159	0,00223	2,23
33.	0,984	21,1	19,3	1,8	0,00159	0,00286	2,86
34.	0,984	21,4	19,7	1,7	0,00159	0,00270	2,70
35.	0,984	21,4	19,5	1,9	0,00159	0,00302	3,02
36.	0,984	21,9	19,3	2,6	0,00159	0,00414	4.14
37.	0,984	28,5	26,2	2,3	0,00159	0,00366	3,66
38.	0,984	26,2	24,7	1,5	0,00159	0,00239	2,39
39.	0,984	27,2	25,8	1,4	0,00159	0,00223	2,23
40.	0,984	27,1	25,6	1,5	0,00159	0,00238	2,38
41.	0,984	25,4	23,1	2,3	0,00159	0,00366	3,66
42.	0,984	26,8	24,4	2,4	0,00159	0,00382	3,82
43.	0,984	26,1	24,2	1,9	0,00159	0,00302	3,02
44.	0,984	27,0	25,6	1,4	0,00159	0,00223	2,23
45.	0,984	25,9	24,9	1,0	0,00159	0,00159	1,59
46.	0,984	28,3	27,0	1,3	0,00159	0,00207	2,07
47.	0,984	28,4	26,2	2,2	0,00159	0,00350	3,50
48.	0,984	26,0	24,0	2,0	0,00159	0,00318	3,18

Nehmen wir an, daß die 24-stge Speichelsekretion im Mittel 1250,0 g Sekret liefert, dann beträgt bei Verwendung des Kantorowicz'schen Rhodan-Tagesmittelwertes von 120 mg

a) der Durchschnitt für den Rhodangehalt bei 40,0 g Sekret 0,00384 g = 3,84 mg,

bei Verwendung des Jakobowitsch'schen Tagesmittelwertes von 150 g

b) der Durchschnitt für den Rhodangehalt bei 40,0 g Sekret 0,00336 g = 3,36 mg.

Zusammenfassend gesagt, haben nun die vorliegenden quantitativen Rhodanbestimmungen im Speichel und Harn folgende Resultate gezeitigt:

1. Das Maximum an Rhodangehalt finden wir durchweg bei der morgentlichen Messung des nüchtern entnommenen Speichels.
2. Der zweithöchste Wert der Tageskurve liegt fast ausschließlich bei der Messung des Abends 9 h entnommenen Sekretes.
3. Die morgentlichen Messungen (nüchtern) überstiegen in den Fällen von schwerer Caries (Index C) die morgentlichen Maxima der normalen Fälle (Index A).
4. Die bei den abendlichen Messungen festgestellten II. Maxima bei den gesunden Fällen (Index A) zeigen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den extremen Fällen mit dem Index C.
5. Die Messungen 11 h, $^1/_2$ 1 h, 3 h, 6 h bleiben fast ausschließlich unter dem von Kantorowicz bzw. von Jakobowitsch berechneten 24-Std.-Durchschnitt (auf die jeweilige Menge umgerechnet) und zeigen größere Werte vor Aufnahme von Mahlzeiten, geringere Werte nach der Aufnahme; diese Schwankungen sind sowohl bei den Fällen mit dem Caries-Index A, als auch bei denen mit dem Index C vorhanden.
6. Die im Fall Nr. 1, 3 und 4 parallel zur gleichen Zeit entnommenen Harnmengen zeigen im gleichen Quantum Sekret geringere Mengen Rhodanalkali aus den gleichzeitig entnommenen Mundsekreten. Wesentliche Unterschiede zwischen Index A und C sind nicht vorhanden.
7. Das abends um 9 h gefundene Maximum war bei den Harnen durchweg höher als das morgentliche Maximum im Gegensatz zu den Speichelbefunden, bei denen die beiden Maxima umgekehrt lagen.

8. Die Messungen des Falles Nr. 3 (Caries-Index C) zeigen sogar durchweg höhere Werte an Rhodangehalt als die der gesunden Fälle Nr. 1 und 2 (Caries-Index A).

9. Die Messungen 11 h, $^1/_2$ 1 h, 3 h, 6 h des Falles Nr. 4 (Index C) zeigen etwas geringere Werte gegenüber den gleichen Messungen des Falles Nr. 1 (Index A) größere Werte verglichen mit Fall Nr. 2 (Index A) – der Fall Nr. 4 steht also bzgl. seines Rhodangehaltes zwischen den beiden gesunden Fällen Nr. 1 u. 2.

10. Die Messungen 11 h, $^1/_2$ 1 h, 3 h, 6 h des Falles Nr. 5 (Index C) zeigen etwas geringere Werte verglichen mit den gesunden Fällen Nr. 1 u. 2 (Caries-Index A).

Die Tatsache, daß die in 40,0 g gemischten Speichel enthaltene Rhodanmenge in der Tageskurve unter dem von anderen Autoren angegebenen Gesamtdurchschnitt bleibt, gäbe evtl. Veranlassung zu der Ansicht, daß während der Nacht die Rhodanausscheidung höher ist und so ein Ausgleich des gesamten Durchschnittswertes herbeigeführt wird. Jedoch entzieht sich dies unseren Feststellungen. Sehr wahrscheinlich sind diese Durchschnittswerte auch nach einer bestimmten Menge entnommenen und quantitativen analysierten Speichels durch einfaches Multiplizieren festgesetzt und so auf die gesamte Tagessekretion berechnet worden; denn man könnte ja wohl nur schwerlich selbst dem geduldigsten Patienten zumuten wollen, in 24stündiger Sitzung zum Zweck quantitativer Bestimmung 1000 – 1500,0 g Speichel zu sezernieren.

Nach Pickerill soll der Rhodangehalt des Speichels, durch bittere und süße Speisen vermehrt, und durch Säuren – also durch Anwesenheit von H.-Ionen –, besonders erhöht werden. Die einzige Erklärung für das morgentliche Maximum in unserer Rhodankurve könnte ich deshalb darin finden, daß nach durchschlafener Nacht bei nüchternem Magen morgens fast durchweg die Speichelreaktion nach der sauren Seite verschoben ist, während sie im Laufe des Tages mehr nach der alkalischen Seite neigt; wenn der Säuregrad hier ja nur ein sehr geringer ist, müssen wir bedenken, daß es sich ja auch nur um sehr geringe Stoffmengen handelt und deshalb ein Einfluß der höheren H.-Ionenkonzentration, die wie oben erwähnt eine Mehrausscheidung zur Folge haben soll, immerhin möglich wäre.

Die Tatsache, daß bei den schweren cariösen Fällen die morgentlichen Maxima höher sind, wäre evtl. auch in diesem Sinne zu erklären; denn bei mangelhafter Mundhygiene und

schwerer multipler Caries der Zähne, die gerade des Nachts, wo die mechanische Mundreinigung durch den Kauakt fortfällt, am meisten Gelegenheit zu Gärungs- und Zersetzungsprozessen von retinierten Speiseresten oder Belägen bietet, ist der Säuregrad des nüchtern entnommenen Speichels höher als bei den gesunden Fällen.

Daß in den gleichen Mengen Harn weniger Rhodan ausgeschieden wird, besagt noch nicht, daß die Gesamtmenge Rhodan, die mit dem Harn in 24 Std. den Organismus verläßt, ebenfalls geringer ist, da die Gesamtmenge dieses Sekretes ja bedeutend höher ist, als die in 24 Std. sezernierte Speichelmenge. Feststellen konnte ich nur, daß der Rhodangehalt im Speichel selbst größeren Schwankungsamplituden unterworfen ist als der Rhodangehalt, der durch den Harn ausgeschieden wird.

Die Ergebnisse des Falles Nr. 3 (Index C), bei dem der Rhodangehalt im Mundsekret wesentlich höher war als bei den gesunden Fällen, würde also gegen die erwähnte „umgekehrte Proportionalität der Rhodanmenge zur Cariesfrequenz“ sprechen, die Ergebnisse der Messungen im Falle Nr. 5 wiederum für diese Theorie, während Fall Nr. 4 quasi indifferent ist. Es ist recht schwierig, hieraus irgendwelche Schlüsse zu ziehen trotz der Genauigkeit der Methoden und der Versuchsanordnungen.

Bezüglich der Bildung des Rhodans ist bekannt, daß sich im Organismus durch Spaltung endogener Eiweißkörper Blausäure bildet, die dann durch chemische Bindung an freien Schwefel und an Kalium in ungiftiges Rhodankalium umgewandelt wird. Es handelt sich also um ein intermediäres Produkt des Eiweißstoffwechsels und ist allen den Einflüssen und Veränderlichkeiten unterworfen, von denen auch der gesamte Stoffwechsel selbst abhängig ist.

Ich wende mich nun dem zweiten Teil meiner Untersuchungen zu, die darzutun haben, ob und in welcher Weise den Mundsekreten, sowohl bei leichter, wie bei schwerer Caries ein Einfluß auf die Mageneiweißverdauung zukommt.

Nach Herzfeld und Fuld ist in einer großen Reihe von Fällen der Zusammenhang zwischen Zahn- und Magenstörungen einleuchtend, indem die eine sich kurze Zeit nach der anderen herausbilden kann und evtl. durch ihre Beseitigung mehr oder weniger vollständig behoben wird. Zu diesen Erkrankungen der Zähne und der Mundschleimhaut sollen nach Ansicht der vorgenannten Autoren vornehmlich

solche gehören, bei denen aus Zersetzungs- und Fäulnisvorgängen Produkte abwandern und dann mit dem Schluckakt in den Magen gelangen, wo sie, sofern nicht durch den Magensaft unschädlich gemacht, reizend auf die Magenschleimhaut wirken und so Magenleiden hervorrufen können. Derartige septische Stoffe können außerdem natürlich auch von in der Mundhöhle lokalisierten eitrigen Prozessen herrühren, beispielsweise von einem fistelnden Antrumempyem, während als häufigste Ursache Alveolarpyorrhoe angegeben wird.

Miller hat die schädliche Wirkung der Mundbakterien auf den Verdauungstrakt untersucht und konnte den Nachweis bringen, daß die Anzahl der Bakterien im Darmkanal in hohem Grade von der Zahl der fortwährend von neuem importierten Bakterien abhängig ist.

Es ist auch bekannt, daß ungenügend zerkaute Nahrungsstoffe durch übermäßige Belastung der Magenverdauung zu Störungen Anlaß geben können. Es können auch Magenerkrankungen ihrerseits Veränderungen in der Mundhöhle hervorrufen, bekannt ist die belegte Zunge. Dieser Zustand kann natürlich auch wiederum lokaler Äthiologie sein und dann seinerseits, wenn der faulende Belag sich mit den Speisen mischt, zu Reizzuständen im Magen führen.

Alle diese pathologischen Beziehungen des Magens und des ganzen Verdauungstraktes einerseits, der Mundhöhle andererseits, sind uns bekannt.

Es taucht nun die Frage auf, gibt es auch Wechselbeziehungen zwischen der Mundhöhle (bzw. deren Sekreten) und einer weiteren physiologischen Aufarbeitung des unteren Verdauungsrohres, nämlich der Auswertung der Nahrungsstoffe durch die fermentativen Prozesse. Das heißt: Kann die Zusammensetzung der Mundsekrete bei den verschiedenen pathologischen Vorgängen in der Mundhöhle irgend einen Einfluß auf die Fermentarbeit des Magen-Darmtraktus ausüben?

Um diese Frage voll und ganz beantworten zu können, müßte man natürlich experimentelle Versuche mit allen im Verdauungsrohr in Frage kommenden Fermenten und deren Substraten unter Mitwirkung des jeweils in Frage kommenden Mundsekretes vornehmen. Dieses kann selbstverständlich im Rahmen einer Arbeit nicht geschehen. – Ich habe in den nachstehend geschilderten Experimenten zu eruieren versucht, inwieweit die Mundsekrete, d.h. also der gemischte Speichel, unter den verschiedenen pathologischen Zuständen im cavum oris einen Einfluß auf die Hauptaufgabe des Magens,

nämlich die erste Station der Eiweißverdauung durch das Pepsin ausüben kann.

Diese Versuche wurden parallel in drei Gruppen gemacht, und zwar die erste Gruppe mit dem Speichel von Patienten mit hygienisch einwandfreien Mundhöhlen und geringer oder gar keiner Caries (Index A), die zweite mit den Sekreten mittelschwerer Fälle (Index B), die dritte unter Verwendung von schwercariösen Fällen mit mangelhafter Mundhygiene.

Ich lasse zunächst wieder die kurz angedeuteten Krankenfälle folgen, die bei diesen Versuchen Verwendung fanden:

I. Untersuchungsgruppe:

Fall Nr. 1 s. Nr. 1 pag. 15 (27,3 = Caries-Index A).
Fall Nr. 2 s. Nr. 2 pag. 16 (16,8 = Caries-Index A).

Fall Nr. 3.

Alter des Patienten: 22 J. Beruf: Student.

Erkrankte Zähne: $\lceil\overline{4} + \overline{5}$ cs. m. (Kontakt.)
$\lceil\overline{6} + \lceil\overline{7}$ cs. sf. (Fissuren.)
$\overline{6}\rceil$ cs. sf. (Fissur.)
Alle übrigen Zähne intakt.

Schleimhautbefunde: Leichte Randgingivitis im Ober- u. Unterkiefer-Frontzahngebiet.
Mundhygiene: zufriedenstellend.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 5
2. Anfälligkeitsfaktor: 13,2
3. Durchschnittskonstante: 0,7

Also: $5 \times 13{,}2 \times 0{,}7 = 46{,}2 =$ Index A

Fall Nr. 4.

Alter des Patienten: 20 J. Beruf: Student.

Erkrankte Zähne: $\overline{6}\rceil$ cs. sf. (Fissur.)
$\lfloor\overline{1} + \lfloor\overline{2}$ cs. sf. (Kontakt.)
$\lfloor\overline{4}$ cs. sf. (Fissur.)
Alle übrigen Zähne intakt.

Schleimhautbefunde: Normal.
Mundhygiene: gut.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 4
2. Anfälligkeitsfaktor: 11,25
3. Durchschnittskonstante: 0,5

Also: $4 \times 11{,}25 \times 0{,}5 = 22{,}5 =$ Index A

II. Untersuchungsgruppe:

Fall Nr. 5.

Alter des Patienten: 27 J. Beruf: Tischlermstr.

Erkrankte Zähne: $\lfloor\overline{4} + \lfloor\overline{5}$ cs. sf. (Kontakt.)
$\overline{6}$ c. cs. m. $\overline{6}\ \overline{7}$ cs. sf. (Fissur.)
$\lfloor\underline{6}$ c. cs. m. $\underline{8}\rfloor$ c. cs. sf.

Schleimhautbefunde: Randgingivitis und Papillitis im Prämolaren- u. Molarengebiet.
Mundhygiene: zufriedenstellend.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 7
2. Anfälligkeitsfaktor: 15,8
3. Durchschnittskonstante: 0,64

Also: $7 \times 15{,}8 \times 0{,}64 = 70{,}8 =$ Index B

Fall Nr. 6.

Alter des Patienten: 28 J. Beruf: Student.

Erkrankte Zähne: $\lfloor\overline{5}$ cs. sf. (Fissur.) $\overline{6}$ c. cs. m.
$\lfloor\overline{7}$ cs. sf. (Fissur.) $\overline{4}\rfloor\ \overline{5}\rfloor$ cs. m. (Kontakt.)
$\overline{6}\rfloor$ cs. sf. (Fissur.)
6 c. cs. m. $\underline{1}\rfloor\ \underline{2}\rfloor$ cs. sf. (Kontakt.)

Schleimhautbefunde: Leichte Gingivitis marginalis.
Mundhygiene: zufriedenstellend.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 9
2. Anfälligkeitsfaktor: 13,66
3. Durchschnittskonstante: 0,72

Also: $9 \times 13{,}66 \times 0{,}72 = 88{,}5 =$ Index B

Fall Nr. 7.

Alter des Patienten: 31 J. Beruf: Agent.

Erkrankte Zähne: $\lfloor 4\ 5$ cs. sf. (Fissur.) 6 c. cs. sf.
$\overline{6}\rfloor$ c. cs. sf. $\overline{7}$ cs. sf. (Fissur.)
$\lfloor\underline{6}$ c. cs. m. $\lfloor\underline{8}$ cs. sf. (Fissur.)
$\underline{4}\rfloor + \underline{5}\rfloor$ cs. pr. (Kontakt.)

Schleimhautbefunde: Ausgesprochene Gingivitis marginalis u. papillitis im Unterkieferfrontgebiet, im Oberkiefer Entzündungsgrad geringer.
Mundhygiene: läßt zu wünschen übrig.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 9
2. Anfälligkeitsfaktor: 15,3
3. Durchschnittskonstante: 0,88

Also: $9 \times 15{,}3 \times 0{,}88 = 121{,}18 =$ Index B

Fall Nr. 8.

Alter des Patienten: 21 J. Beruf: Student.

Erkrankte Zähne: |4 |5 cs. pr. (Kontakt.) 6 cs. pr. (Dist. Kronenteil zerstört.)
6| c. cs. m. 8 c. cs. sf.
4| 5| cs. sf. (Fissur.) 7| cs. m. (Distal.)

Schleimhautbefunde: Zahnfleisch durchweg ges., leichte Randgingivitis im Unterkieferfrontgebiet.
Mundhygiene: gut.

Caries-Index:
1. Anzahl der erkr. Zähne: 8
2. Anfälligkeitsfaktor: 17,1
3. Durchschnittskonstante: 1,0

Also: $8 \times 17{,}1 \times 1{,}0 = 136{,}8 =$ Index B

III. Untersuchungsgruppe:

Fall Nr. 9 s. Fall Nr. 3 pag. 16 (277,5 Caries-Index C).

Fall Nr. 10 s. Fall Nr. 4 pag. 17 (201,9 Caries-Index C).

Fall Nr. 11 s. Fall Nr. 5 pag. 17 (234,0 Caries-Index C).

Fall Nr. 12.

Alter des Patienten: 24 J. Beruf: Maler.

Erkrankte Zähne: |4 |5 cs. pr. (Kontakt.)
6 7 nur noch c. W. R.
4| fehlt. 5| cs. (Distal.)
6| c. cs. m. 7| fehlt.
|1 |2 cs. m. (Kontakt.)
|4 |5 cs. m. (Kontakt.)
4| c. cs. sf. 6| fehlt. 8| c. cs. m.

Schleimhautbefunde: Ausgesprochene Randgingivitis und papillitis im Bereich der noch stehenden Zähne. Zunge zeigt außerdem schmierige, gelbliche, abstreifbare Beläge.
Mundhygiene: sehr mäßig. – foetor vorhanden.

Caries-Index:	1. Anzahl der erkr. Zähne:	12
	2. Anfälligkeitsfaktor:	15,9
	3. Durchschnittskonstante:	1,13

Also: $12 \times 15{,}9 \times 1{,}13 = 215{,}6 =$ Index C

Die Verdauungsversuche, die unter Einwirkung der Mundsekrete der vorstehend beschriebenen Fälle stattfanden, wurden mit Hilfe der sog. Rhizinprobe angestellt.

Diese Rhizinprobe beruht darauf, daß ein in dem Rhizinussamen enthaltener Eiweißkörper (Rhizin) bei der für die Pepsinverdauung erforderlichen sauren Reaktion unlöslich ist, und zwar außerordentlich feine Flocken bildet, die durch die Verdauung des Pepsins rasch aufgelöst werden.

Eine bestimmte abgewogene Menge dieses Pulvers (die natürlich bei jeder Versuchsreihe genau dieselbe sein muß, um exakte Vergleichswerte zu bekommen) wird mit 3%iger Na-Cl-Lösung versetzt, kräftig durchgeschüttelt und dann nach Erwärmen im Wasserbad abfiltriert.

Das klare Filtrat wird jeweils mit $^1/_3$-Vol. T. n/10 HCl versetzt. Hierauf fallen die feinen Eiweißflocken aus, und dieses Probereagenz wird nunmehr der Auflösung durch das Pepsin ausgesetzt.

Zu jeder Probe wurden je 2,0 g klarfiltrierter Speichel der um 8^h, 11^h, $^1/_2 1^h$, 3^h, 6^h jeweils am selben Tage den vorstehenden Fällen entnommen war, zugefügt. Um keine Fehler zu bekommen, die evtl. in der Zusammensetzung des Reagenzes ihre Ursachen haben könnten, wurde zu jeder Versuchsreihe eine „Vergleichsprobe" ohne Speichelzusatz ebenfalls der Pepsinwirkung ausgesetzt.

Sämtliche Versuche wurden in einem Wasserbad vorgenommen, dessen Temperatur durch mechanische Selbstregulierung konstant auf 38,5° Celsius gehalten wurde.

Dieser Wärmegrad entspricht fast genau dem Temperaturoptimum der Pepsinwirkung wie auch den natürlichen Verhältnissen (Pepsin wirkt im Gegensatz zu vielen anderen Fermenten auch noch gut bei anderen Temperaturen, sogar noch bei 0°. Das Wirkungsoptimum liegt um 40° herum.)

Erwähnt sei noch, daß die Geschwindigkeit, mit der die einzelnen Eiweißstoffe vom Pepsin gelöst und damit der Verdauung zugänglich gemacht werden, bei den einzelnen Proteinen und den verschiedenen Pepsinen verschieden ist. Deshalb ist selbstverständlich bei allen Versuchen, um genaue Vergleichswerte zu bekommen, stets dasselbe Substrat wie auch dieselbe Fermentlösung verwandt worden.

Nachstehend gebe ich die gefundenen „Verdauungszeiten" der einzelnen Fälle wieder:

Fall Nr. 1. (A.)*)		Fall Nr. 6. (B.)	
V.	14.40 – 15.23 = 43'	V.	10.33 – 11.16 = 43'
1.	14.43 – 15.37 = 54'	26.	10.36 – 11.34 = 58'
2.	14.46 – 15.49 = 63'	27.	10.39 – 11.43 = 64'
3.	14.49 – 15.47 = 58'	28.	10.42 – 11.44 = 62'
4.	14.52 – 15.40 = 48'	29.	10.45 – 11.35 = 50'
5.	14.55 – 16.02 = 67'	30.	10.48 – 11.57 = 69'
Fall Nr. 2. (A.)		**Fall Nr. 7. (B.)**	
V.	9.48 – 10.32 = 44'	V.	15.15 – 15.58 = 43'
6.	9.51 – 10.47 = 56'	31.	15.18 – 16.15 = 57'
7.	9.54 – 11.01 = 67'	32.	15.21 – 16.24 = 63'
8.	9.57 – 10.57 = 60'	33.	15.24 – 16.23 = 59'
9.	10.00 – 10.49 = 49'	34.	15.27 – 16.19 = 52'
10.	10.03 – 11.12 = 69'	35.	15.30 – 16.36 = 66'
Fall Nr. 3. (A.)		**Fall Nr. 8. (B.)**	
V.	15.27 – 16.09 = 42'	V.	14.50 – 15.35 = 45'
11.	15.03 – 16.27 = 57'	36.	14.53 – 15.50 = 57'
12.	15.33 – 16.41 = 68'	37.	14.56 – 16.04 = 68'
13.	15.36 – 16.38 = 62'	38.	14.59 – 15.59 = 60'
14.	15.39 – 16.31 = 52'	39.	15.02 – 15.50 = 48'
15.	15.42 – 16.52 = 70'	40.	15.05 – 16.12 = 67'
Fall Nr. 4. (A.)		**Fall Nr. 9. (C.)**	
V.	14.20 – 15.02 = 42'	V.	9.10 – 9.54 = 44'
16.	14.23 – 15.18 = 55'	41.	9.13 – 10.32 = 79'
17.	14.26 – 15.26 = 60'	42.	9.16 – 10.14 = 58'
18.	14.29 – 15.31 = 62'	43.	9.19 – 10.07 = 48'
19.	14.32 – 15.21 = 49'	44.	9.22 – 10.14 = 52'
20.	14.35 – 15.41 = 66'	45.	9.25 – 10.21 = 56'
Fall Nr. 5. (B.)		**Fall Nr. 10. (C.)**	
V.	11.55 – 12.40 = 45'	V.	10.00 – 10.42 = 42'
21.	11.58 – 12.53 = 55'	46.	10.03 – 11.28 = 85'
22.	11.01 – 13.03 = 62'	47.	10.06 – 11.07 = 61'
23.	12.04 – 13.05 = 61'	48.	10.09 – 11.02 = 53'
24.	12.07 – 12.56 = 49'	49.	10.12 – 11.00 = 48'
25.	12.10 – 13.20 = 70'	50.	10.15 – 11.15 = 60'

*) V. = Vergleichsprobe ohne Speichelzusatz
z. B. 1. 5. = die angegebenen fünf Tagesmessungen
1. = 8h; 2. = 11h; 3. = 1/2 1h; 4. = 3h; 5. = 6h.
(Die Zahlen sind fortlaufend entsprechend den Versuchsziffern angegeben.)

Fall Nr. 11. (C.)		Fall Nr. 12. (C.)	
V.	9.35 – 10.18 = 43'	V.	15.17 – 16.00 = 43'
51.	9.38 – 11.02 = 84'	56.	15.20 – 16.41 = 81'
52.	9.41 – 10.46 = 65'	57.	15.23 – 16.24 = 61'
53.	9.44 – 10.35 = 51'	58.	15.26 – 16.20 = 54'
54.	9.47 – 10.39 = 52'	59.	15.29 – 16.20 = 51'
55.	9.50 – 10.48 = 58'	60.	15.32 – 16.31 = 59'

Ergebnisse der Verdauungsversuche.

1. Der wesentliche Befund: Bei den Fällen mit dem Index C lagen die stärksten Verzögerungen der Fermentwirkung bei den morgens 8^h angestellten Messungen.
2. Das Optimum der Fermentwirkung lag durchweg unter Einwirkung des um 3^h nachm. entnommenen Sekretes bei Gruppe I u. II (Index A u. B). – Bei Gruppe III (Index C) gilt für den Fall 10 u. 12 dasselbe, während für den Fall 9 u. 11 das Wirkungsoptimum unter Einwirkung des um $^1/_2 1^h$ (also vor der Mahlzeit) entnommenen Sekretes lag.
3. Das zweite Optimum lag bei den Gruppen I u. II (Index A u. B) unter Einwirkung des nüchtern entnommenen Sekretes im auffallenden Wirkungsgegensatz zu Gruppe III (s. o.).
4. Das Wirkungsminimum lag bei Gruppe I u. II (Index A u. B) durchweg unter Einwirkung des abends 6^h entnommenen Sekretes.
5. Am gleichmäßigsten war durchweg bei allen drei Gruppen die Einwirkung des 11^h Sekretes.
6. Alle unter Einwirkung der Mundsekrete vorgenommenen Messungen dauerten durchweg länger als die dazugehörigen Vergleichsversuche.

Soweit die experimentell festgestellten Tatsachen. Es ist uns darum zu tun, mit Hilfe der Ergebnisse der Fermentforschung, soweit sie bis heute gediehen ist, Erklärungen für diese Vorgänge zu finden.

Die Fermentforschung unterscheidet bei der Erklärung der den verschiedenen Einflüssen unterworfenen Wirkungsweise der Fermente zwischen sog. Aktivatoren und Paralysatoren, und versteht unter Aktivatoren im weiteren Sinne solche Agentien, die die Fermentwirkung erhöhen bzw. beschleunigen können, unter Paralysatoren die Agentien, die die Fermentwirkung hemmen, bzw. ganz aufheben.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen geht ohne weiteres hervor, daß solche fördernden bzw. hemmenden Ursachen in den Mundsekreten vorhanden sein müssen; das besagen nicht nur die gefundenen Werte der verschiedenen Tagesmessungen, sondern auch die teilweise stark differierenden zahlenmäßigen Ergebnisse der aus gesunden und kranken Mundhöhlen entnommenen Sekrete.

Daß die längste Zeit unter Einwirkung des 6^h abends entnommenen Sekretes lag, ist wohl dadurch zu erklären, daß die Sekrete um diese Zeit ihre stärkste Schwankung nach der alkalischen Seite zeigen, und so den Säuregrad, unter dessen Einfluß das Pepsin zur Wirkung gelangt, bis zu einem gewissen Grade abstumpfen und die Wirkungsdauer des Fermentes hinauszögern.

Bei hoher Azidität wirkt ja das Pepsin überhaupt nicht mehr, es soll nach Oppenheimer sogar zerstört werden, wenn es lange mit der Säure in Berührung gelassen wird. Überhaupt ist dieses Ferment jeder geringen H.-Ionen-Schwankung gegenüber äußerst empfindlich, sodaß schon die geringsten von der optimalen Konzentration (0,1 – 0,3% HCl) abweichenden Aziditätsveränderungen einen wesentlichen Einfluß – zumal diese Messungen mit sehr geringen Eiweißmengen vorgenommen wurden – ausüben können. Außerdem wirken die Pepsine bei einer Wasserstoffionenkonzentration, bei der alle anderen Fermente ihre Tätigkeit einstellen, und sind dementsprechend gegen alkalische Reaktion der Medien ganz besonders empfindlich. Im Magen selbst dürften jedoch die Schwankungen des P^H des Speichels nicht in dem Maße zur Einwirkung kommen, sondern vor allem das Säurebindungsvermögen (das durch Titration zu bestimmen wäre) der Sekrete, bzw. der in ihnen enthaltenen Serumeiweißkörper, Karbonate usw. Hierdurch ließe sich sehr wohl eine wesentliche Beeinflussung des Aziditätsgrades erklären.

Die 6^h-Verdauungszeiten unter Einfluß der Sekrete der Gruppe III (Index C) zeigten auch ein Wirkungsminimum, jedoch nicht in dem Maße, wie wir es bei den Gruppen I u. II mit dem Index A u. B zu verzeichnen haben. Das mag damit zusammenhängen, daß die Reaktion des Speichels, der aus cariösen Mundhöhlen mit schlechter Mundhygiene entnommen wurde, durchweg mehr nach der sauren Seite abweicht, bzw. in den alkalischen Stadien eine geringere Alkaleszenz aufweist, und deshalb eine Abstumpfung des zur optimalen Pepsinwirkung erforderlichen Säuregrades

nicht in dem Maße zur Geltung kommt. – Diese Möglichkeit würde jedoch wiederum auf die bei den Fällen mit dem Index C (Gruppe III) gefundenen starken Verzögerungen bei den mit dem nüchtern entnommenen Sekret angestellten Messungen nicht anzuwenden sein. Denn wie schon eingangs erwähnt, erreichte der Wirkungsgrad der verwandten Säure nicht ganz das zur Pepsinwirkung erforderliche Optimum. Es müßte also im Gegenteil zu erwarten gewesen sein, daß der stärkere Säuregrad des nüchtern entnommenen Sekretes aus Mundhöhlen mit großer Cariesanfälligkeit und mangelhafter Hygiene die Pepsinwirkung durch die Erhöhung des Aziditätsgrades dem Wirkungsoptimum näher bringen würde, und so eine Beschleunigung der Pepsinwirkung die Folge sein müßte. Dies war jedoch nicht der Fall, sondern gerade bei diesen Messungen wurden die stärksten Verzögerungen der Fermentwirkung gefunden.

Es muß also nach anderen hemmenden Substanzen gesucht werden.

Nun wird einerseits durch Bakterien bzw. ihre Kulturprodukte Pepsin nach einer gewissen Wirkungsdauer total zerstört (während andere Fermente überhaupt nicht tangiert werden), andererseits aber besitzt das Pepsin nach Oppenheimer eine ziemlich große Zerstörungskraft gegen eine Reihe von Toxinen, sowohl der Bakterien wie auch z. B. gegen das Toxin Rhizin. (Nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Eiweißkörper.) Nun ist die Bakterienflora in den Mundhöhlen mit multipler und schwerer Caries gegenüber den gesunden Fällen ja ohnehin stark vermehrt und im besonderen Maße natürlich am frühen Morgen, da die mechanische Mundreinigung des Nachts vollkommen wegfällt und Bakterienwachstum wie auch die Wirkung der bakteriellen Produkte keinen Hemmungen unterliegt. Die Möglichkeit also, in diesem Sinne den stark verzögernden Einfluß der nüchtern entnommenen Mundsekrete auf die Fermentwirkung zu deuten, liegt immerhin nahe.

Ferner sollen alle Salze mehr oder weniger die Wirkung des Pepsins hemmen können, auch NaCl und NH_4Cl, ferner Rhodankalium; nach Schütz wirken die meisten Salze hemmend, von Kationen Na am stärksten; bei den Anionen ergab sich die Reihe: Rhodanid-Azetat-SO_4-No_3-J-Br-Cl.

Die hemmende Wirkung eines Salzes soll hauptsächlich durch den Säureanteil (Anion) bedingt sein, während die Wirkung des metallischen Anteils (Kation) sehr gering ist.

In Wirklichkeit wirken natürlich die Salze aller schwächeren Säuren einfach deswegen schädlich, weil sie sich mit freier HCl umsetzen, und die freigesetzten schwächeren Säuren eben weniger hochdissoziiert sind; damit sinkt also die ($H^{\cdot}$).

Die Konzentrationen der im Speichel enthaltenen Salze sind im Verlauf von 24 Std. ebenfalls Schwankungen unterworfen; diese Tatsache mag, wenn auch nur geringfügige Wirkung auf die Tätigkeit des Pepsins ausüben. Vielleicht dürfen wir auch in der Feststellung, daß die um die Hauptmahlzeit herum entnommenen Sekrete die günstigste Fermententfaltung mit bedingen, bzgl. der Salzausscheidung eine Anpassung des Stoffwechsels an möglichst vorteilhafte Verdauungsbedingungen erblicken.

Von Sailer und Farr ist die Feststellung gemacht worden, daß chemische Agentien wie Salyzilsäure, Benzoesäure, Kresole und Phenole einen stark hemmenden Einfluß auf die Pepsinwirkung haben. Ich habe daraufhin 12 Speichelproben der schwersten Fälle (Index C) qualitativ auf diese Agentien (Phenol, Kresol) wie auf Skatol, Indol und Indikan mit Hilfe empfindlicher Reaktionen (Sasaki, Salkowsky, Legal) o h n e vorherige Ausspülung des Mundes untersucht, jedoch fielen sämtliche Proben negativ aus. Mit dieser Möglichkeit wäre aber immerhin zu rechnen gewesen, denn dort, wo organische Bestandteile unter bakteriellem Einfluß (Caries) zerfallen, können sich auch toxische Eiweißzerfallprodukte bilden. Sind diese wirklich vorhanden, so scheinen sie sich jedoch nicht im Speichel in Lösung zu befinden.

Jedenfalls sind alle diese Möglichkeiten zu erwägen, wenn wir die Einflüsse des gemischten Speichels auf die Pepsinwirkung zu erklären versuchen wollen. Endgültige, restlose Aufklärung dieser Wechselbeziehungen können wir jedoch erst dann erwarten, wenn im Zusammenhang mit diesen Fermentversuchen gleichzeitig parallel dasselbe Mundsekret auf alle in Frage kommenden Substanzen genau geprüft wird, d. h. also, wir müssen die Sekrete auf alle für die Pepsinwirkung in Frage kommenden Aktivatoren und Paralysatoren hin analysieren.

Festgestellt sei hier nur, daß, wie die verschiedenen Reihenversuche zeigten, tatsächlich Einflüsse paralysatorischer Art vorliegen. Die analytische Auswertung dieser gefundenen Tatsachen soll einer weiteren Arbeit vorbehalten sein.

Literatur.

Abderhalden, Handbuch der physiolog. Arbeitsmeth. I, 7 (1923).

Derselbe Fermentforschung (1922, 23).

Entin, „Über den Glukosegehalt des gem. Speichels d. Mensch.", Dtsch. Mtsschr. f. Zhlkd. 1927, Nr. 15.

Derselbe „Die Bedeutung d. gem. Speichels in der Physiopathologie der Mundhöhle", Deutsche Monatsschr. f. Zhlkd. 1927, Nr. 21.

Derselbe „Der Speichel als biolog. Medium", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1928, Nr. 3.

Derselbe „Mitteilung über den Glukosegehalt d. Speichels", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1928, Nr. 4.

Derselbe „Mitteilung über den Phosphorgehalt d. Speichels", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1928, Nr. 16.

Derselbe „Über die aktive Speichelreaktion im Zusammenhang mit der Caries", Deutsche Mtsschr. für Zhlkd. 1928, Nr. 23.

Göhring, „Über die Beeinflussung der Speichelreaktion durch perorale Medikation", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1926, Nr. 4.

Hari, „Physiologische Chemie" (1922).

Hoppe-Seyler-Thierfelder, „Physiologisch-u. patholog. chem. Analyse" (1924).

Hulin, „Speichel und Mundaffektionen" (La presse dentaire 1924, Nr. 10).

Kallardt, „Die Wasserstoffionenkonzentration des Speichels", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1928, Nr. 21.

Kantorowicz, „Klinische Zahnheilkunde" (1924).

Knoche, „Über den Ionengehalt des Speichels und seine Beziehungen zur Zahncaries", Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1927, Nr. 47.

Meyer-Lenhartz, „Mikroskopie u. Chemie am Krankenbett" (1922).

v. Mikulcz-Kümmel, „Krankheiten des Mundes" (1922).

Misch, „Grenzgebiete d. Medizin u. Zahnhlkd." (1923).

Möller, „Beitrag zur Frage des Oxydations- u. Reduktionsvermögens im Organismus, spez. im Speichel und in den Mundhöhlenorganen" (Ergebn. d. ges. Zahnhlkd., 6. Jahrg. 3/4),

Oppenheimer, „Die Fermente u. ihre Wirkungen" (Bd. 1 u. 2 1924).

Partsch, „Pathologie und Therapie der Speicheldrüsen" („Fortschr. d. Zhlkd. 1928, Nr. III").

Poppe-Haffner, „Aziditätsänderungen im Speichel" — Aus dem pharmakol. Institut der Universität München (Deutsche med. Wochenschr. 1925, Nr. 14).

Port-Euler, „Lehrbuch der Zahnheilkunde" (1915).

Reissner, „Neuere Rhodanstudien", Deutsche Mtsschr. für Zhlkd. 1928, Nr. 3.

Simon, „Untersuchungen der Milchsäurewirkung", Deutsche Mtsschr. f. Zhlkd. 1926.

Smith, „Anorganische Chemie".

Türkheim, „Cariesforschung" („Fortschr. der Zhlkd.", 1925 Nr. 2, 1926 Nr. 4, 1927 Nr. 5, 1928 Nr. 5).

Derselbe „Physiologische Chemie" („Fortschr. der Zahnhlkd.", 1925 Nr. 7, 1926 Nr. 7, 1927 Nr. 7, 1928 Nr. 7).

Weber, „Probleme u. Aufgaben der Speichelphysiologie", Klinische Wochenschrift Nov. 1928.

Buchdruckerei H. Hegemeister, Hannover